



Interpretation of Age Velocity Dispersion Relation and Constraint on the Gas Accretion History of Disk Galaxies

著者	熊本 淳
号	80
学位授与機関	Tohoku University
URL	http://hdl.handle.net/10097/00122931

論文内容要旨

(NO. 1)

氏 名	熊本 淳	提出年	平成 30 年
学位論文の 題 目	Interpretation of Age Velocity Dispersion Relation and Constraint on the Gas Accretion History of Disk Galaxies (年齢速度分散関係の解釈と円盤銀河のガス降着史への制限)		

Observations of stars in the solar vicinity show a clear tendency for old stars to have larger velocity dispersions. This relation is called the age-velocity dispersion relation (AVR). It is believed that the origin of AVR is gravitational scattering caused by giant molecular clouds, spiral arms or halo black holes. AVR is closely related to the history of structure formation within the galactic disk so that interpretation of AVR helps understanding of disk formation. In order to investigate the origin of the AVR, we first performed smoothed particle hydrodynamic simulations of the self-gravitating multiphase gas disks as an isolated system in the static disk-halo potentials. Unlike the conventional picture, we discovered that the simulated AVR is not a simple consequence of dynamical heating. The evolution tracks of stars with different formation epochs are displaced in the age-velocity dispersion plane as a result of: (1) the decrease in velocity dispersion in star forming regions, and (2) the decrease in the number of cold/dense/gas as scattering sources. These results suggest that the AVR involves not only the heating history of a stellar disk, but also the evolution of the physical state of the interstellar matter from which stars form. We, then, performed a disk galaxy evolution simulation including gas accretion. In order to clarify the contribution of gas accretion, we adopted three representative accretion histories, i.e., rapidly decreasing, gradually decreasing, and flat histories. We found that the final AVR changes depending on the time scale of gas accretion. The final AVR tends to become flat if the gas accretion rate is constant, and to become steep when gas accretion rate decreases rapidly with time. By comparing these results with the observational results, we discuss the gas accretion history of the Milky Way Galaxy.

論文目次

Abstract	1
Acknowledgements	3
1 Introduction	7
1.1 Age-Velocity dispersion Relation	7
1.2 Proposed Scenarios of AVR	8

1.3 Evaluation of AVR by Recent Numerical Simulations	11
1.4 Importance of Gas Accretion	12
1.5 Structure of This Thesis	13
2 Models and Methods of Isolated Simulation	15
2.1 Galaxy Model	15
2.2 Methods	17
3 Imprints of AVR in Isolated Simulation	21
3.1 Results of Isolated Simulation	21
3.1.1 AVR	24
3.2 Imprints of Simulated AVR	29
3.2.1 Zero-Age Velocity Dispersion	29
3.2.2 Dynamical Heating Rate	29
3.3 Discussion and Summary for AVR in Isolated Model	34
4 Models and Methods of Galaxy Simulation with Gas Accretion	37
4.1 Models	38
4.2 Methods	41
4.2.1 Gas Accretion Method	41
4.2.2 Resolution	44
5 Effects of Gas Accretion on AVR	45
5.1 Confirmation of Gas Accretion Model	45
5.2 AVR and Disk Condition	49
5.2.1 AVR	49
5.2.2 Star Formation History and Star Forming Gas Mass	51
5.2.3 Velocity Dispersion of Star Forming Gas	55
6 Discussion	59
6.1 AVR and Gas Accretion History	59
6.2 Comparison with Observations near the Sun	60
6.3 Radial Migration	62
7 Conclusions and Future Work	65
7.1 Conclusions	65
7.2 Future Work	66
A Snapshots	67

論文審査の結果の要旨

太陽近傍の恒星は年齢が古いほど速度分散が大きくなるという相関を示す。この年齢速度分散関係は、単純に、新しく誕生した恒星の運動が、周囲の分子雲や渦状腕との相互作用によって時間とともに乱されていく結果として解釈されてきた。本研究は、詳しい数値シミュレーションによって、現実的な銀河進化において年齢速度分散関係を決める基本的メカニズムは何か、を詳しく調べた。その結果、観測される年齢速度分散関係は、単純に恒星の速度分散の時間発展を示すものではなく、2つの要因、つまり（1）恒星が誕生する際の星間ガスの速度分散、および（2）恒星運動の散乱源としての高密度分子雲の質量の時間変化、の影響を受けることを見出した。従来モデルには観測される年齢速度分散関係が予想される関係より急勾配であるという難点がある。本研究は、観測される急勾配を、古い恒星ほど星間ガスの速度分散が大きい銀河進化の初期に形成されること、および、初期の時代ほど、高密度分子雲の質量が大きく、その結果速度分散の増加率が大きくなること、の帰結として説明できた。次に、シミュレーションに銀河外部からのガス降着過程を組み込み、より現実的な銀河形成において、年齢速度分散関係がどのように変化するのかを調べた。その結果、年齢速度分散関係はガス降着率の時間変化のパターンに強く依存することが分かった。この依存性を利用し、観測結果とモデルを比較することにより、天の川銀河は、10億年前から現在まで降着率が時間とともに単調に減少していくような降着史を持つことを示唆した。これらの成果は、長い間未解決であった年齢速度分散関係の起源に、一つの有力な解答を与えただけでなく、観測される年齢速度分散関係から銀河のガス降着史に制限を与えるという新しいアプローチを切り開いた。この成果は重要かつ斬新であり、博士論文として適当である。近年の観測技術の進歩によって、太陽近傍だけでなく、天の川銀河の様々な場所における恒星や近距離の渦巻銀河の個々の恒星の運動が観測されつつある。本論文は、年齢速度分散関係という新しい側面から渦巻銀河の形成過程の理解がより深まることを示唆している。これらの研究成果は熊本淳が自立して研究活動を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示している。したがって、熊本淳提出の博士論文は、博士（理学）の学位論文として合格と認める。